



## Hvordan minimeres forureninger ved ledningsarbejder – og hvorfor er det vigtigt?

Albrechtsen, Hans-Jørgen; Corfitzen, Charlotte B.; Vang, Óluva Karin; Lindhardt, Bo

*Published in:*  
Dansk Vand Konference 2011

*Publication date:*  
2011

*Document Version*  
Publisher's PDF, also known as Version of record

[Link back to DTU Orbit](#)

*Citation (APA):*  
Albrechtsen, H-J., Corfitzen, C. B., Vang, Ó. K., & Lindhardt, B. (2011). Hvordan minimeres forureninger ved ledningsarbejder – og hvorfor er det vigtigt? In *Dansk Vand Konference 2011: Abstracts*  
<http://www.danva.dk/Default.aspx?ID=2717&TokenExist=no>

---

### General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal

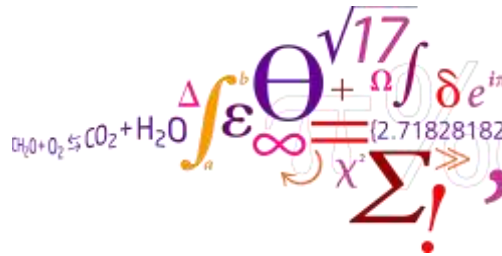
If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

# Hvordan minimeres forureninger ved ledningsarbejder – og hvorfor er det vigtigt?

Hans-Jørgen Albrechtsen  
Óluva K. Vang  
Charlotte B. Corfitzen  
Bo Lindhardt – Nordvand A/S

Dansk Vand Konference  
1.-2. november 2011  
Radisson Blu Scandinavian Hotel  
Aarhus

DTU Miljø  
Institut for Vand og Miljøteknologi



## Baggrund

- Påvisning af indikatororganismer længe efter forureningen har fundet sted: Århus (2002), Vanløse-Brønshøj, Kirkelte i Nordsjælland
- Nordvand A/S 2006: høje kimtal ved ledningsrenovering

?

- *E. coli* og coliforme **IKKE** påvist!

DTU Miljø  
Institut for Vand og Miljøteknologi

## Formål

- Ledningsrenovering i Nordvand A/S
  - Analyse af cases i Nordvand A/S 2006-2008
  - Observation og analyse af procedurer for ledningsrenovering
  - Risici ved ledningsrenovering → feltundersøgelser
- Overlevelse af indikatororganismer og patogener i drikkevand
  - Effekt af rørmaterialer: PE, PEX, silicone, støbejern
  - Effekt af biofilm: rør med og uden biofilm

## Renoveringsetaper i Nordvand A/S (2006)

- |   |   |  |
|---|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Sønderregnen: 6 uger (juni-juli)</li> <li>■ Vesterdalen: 7 uger (juli-august)</li> <li>■ Mindevej: 3 uger (august-september)</li> <li>■ (Bernstorffsvej: 3 mdr. (juni-september))</li> </ul> | } | <ul style="list-style-type: none"> <li>- renses med svamp</li> <li>- kraftig skylning</li> </ul> |
|---|---|--|

Kortvarige forureninger:

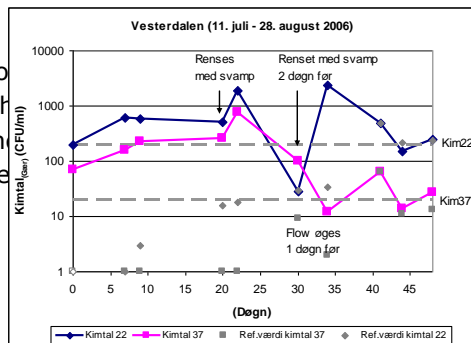
- Mylius Erichsens Alle: højt kimtal i referenceprøve
- Høeghsmindvej: slutmuffe (<2 uger)
- Dahlenstræde: stillestående vand/stor ledning

## Renoveringsetaper i Nordvand A/S (2006)

- Sønderregnen: 6 uger (juni-juli)
  - Vesterdalen: 7 uger (juli-august)
  - Mindevej: 3 uger (august-september)
  - (Bernstorffsvej: 3 mdr. (juni-september))
- } - rensed med svamp  
 } - kraftig skylning

Kortvarige for

- Mylius Erich
- Høeghsmin
- Dahlenstræ



DTU Miljø  
Institutt for Vands og Miljøforskning

## Analyse af data (Nordvand A/S)

- Mikrobiel drikkevandskvalitet
  - Nye rør
  - Referenceprøver

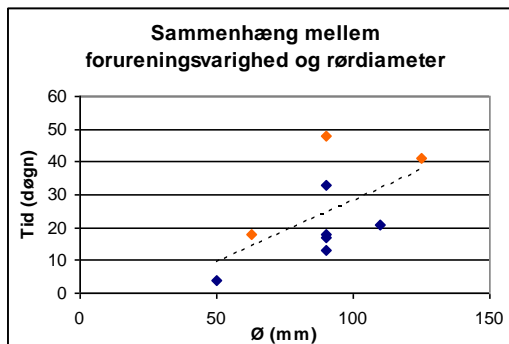
- Parametre:
  - Kim22
  - Kim37
  - Coliforme
  - *E. coli*
  - Temperatur



DTU Miljø  
Institutt for Vands og Miljøforskning

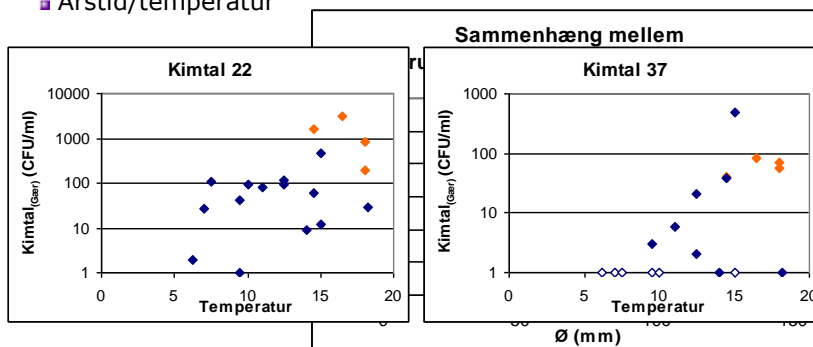
## Renoveringsetaper 2006-2007

- 2006-2007:
  - Rørdiameter
  - ~~Renoveringsmetode~~
  - ~~Rørtype~~
  - Årstid/temperatur



## Renoveringsetaper 2006-2007

- 2006-2007:
  - Rørdiameter
  - ~~Renoveringsmetode~~
  - ~~Rørtype~~
  - Årstid/temperatur



## Risici ved ledningsrenovering

Tabel 1: Oversigt over risici ved ledningsrenovering.

Stadie	Risici
Inden renovering	<ul style="list-style-type: none"> <li>Opbevaring af rør: ødelagte rørpropper m.v.</li> </ul>
Under renovering	<ul style="list-style-type: none"> <li>Rørføring – indtrængen af jord/vand/boremudder</li> <li>Sveisning: afsprøjtning og dannelse af vulst</li> <li>Tilslutning af hovedledning – indtrængen af vand/jord fra udgravede huller</li> <li>Abning for vand – ophvirvling af sediment</li> </ul>
Efter renovering	<ul style="list-style-type: none"> <li>Afsmitning af organisk materiale fra PE-rør</li> </ul>
Andet	<ul style="list-style-type: none"> <li>AOC-indhold i vandet: eftervækst af bakterier</li> <li>Høj temperatur: eftervækst af bakterier</li> </ul>
Uheld	<ul style="list-style-type: none"> <li>Boring ind i andre ledninger</li> </ul>



Foto: H-J Albrechtsen



Foto: H-J Albrechtsen

## Feltundersøgelser i udgravede huller

### Vandtyper:

- Drikkevand fra ledning
- Overfladevand efter nedbør

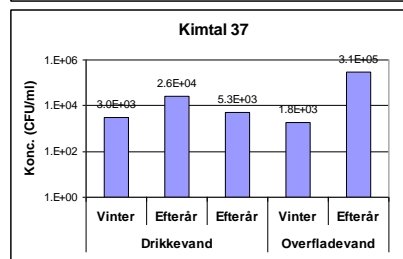
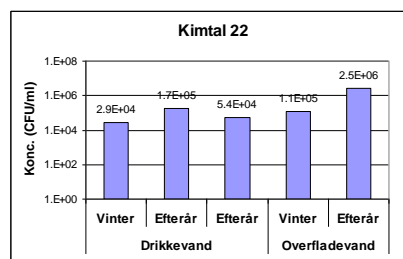
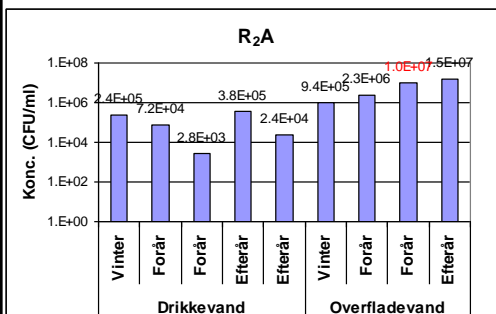
### Analysen

- Kim22 (ISO 6222)
- Kim37 (ISO 6222)
- $R_2A$
- Coliforme (Colilert-18)
- *E. coli* (Colilert-18)
- Enterokokker (Enterolert-E)
- Temperatur



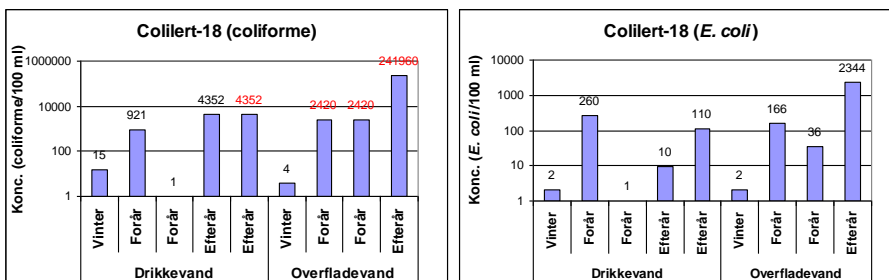
## Feltundersøgelser i udgravede huller

### Kimtal



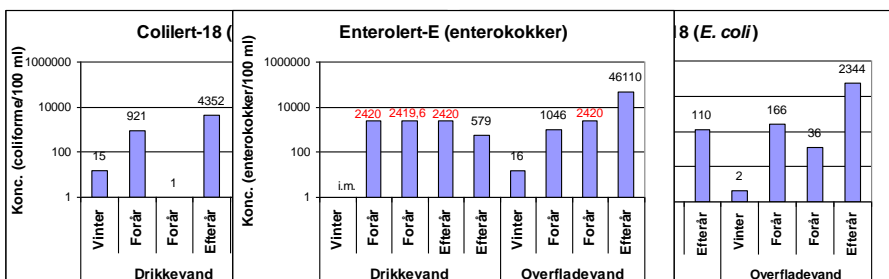
## Feltundersøgelser i udgravede huller

- Coliforme/*E. coli*: høje konc. om efteråret



## Feltundersøgelser i udgravede huller

- Coliforme/*E. coli*: høje konc. om efteråret





## Feltundersøgelser i udgravede huller

- Resultater
  - Årtidsvariation ✓
  - Vand af forskellig oprindelse ✓
  - Høje kimtalskoncentrationer ✓
  - Coliforme, *E. coli*, enterokokker ✓

**Undgå at få vand fra udgravede huller ind i rørene!**

## Forurennet drikkevand...

- Hvor længe kan indikatororganismer og sygdomsfremkaldende bakterier overleve i drikkevand?
- Under hvilke forhold overlever de – styrende faktorer?
  - effekt af rørmateriale
  - effekt af biofilm

## Forsøgsopstilling



Flaskeforsøg



Rørforsøg

## Testorganismer

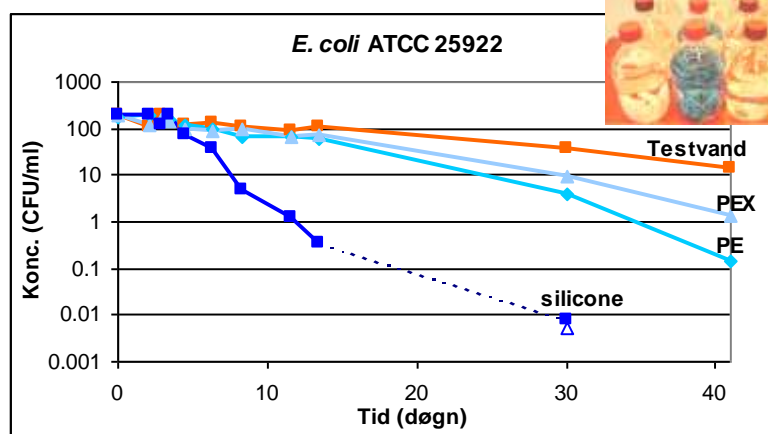
- *Escherichia coli*
    - Mest anvendte indikatororganisme
  - *Klebsiella pneumoniae*
    - coliform gruppe
    - opportunistisk patogen
- Indikatorer
- 
- *Campylobacter jejuni*
    - Forurening af vandforsyninger i DK
      - 1996: 2400 syge
      - 2007: 140 syge
      - 2009: ?? syge
      - 2010: ?? syge
- Patogen

## Forsøgsbetingelser

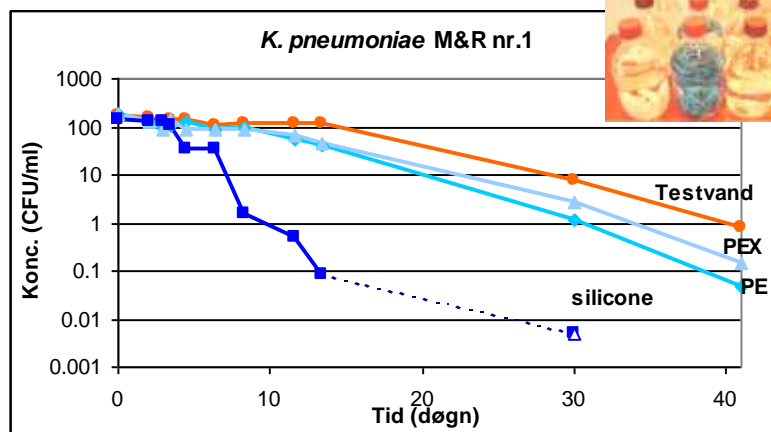
- Metode → kvantitative
  - *E. coli* og *K. pneumoniae*: MacConkey agar og Colilert-18
  - *C. jejuni*: Abeyta Hunt Bark agar
  - Kimal (R<sub>2</sub>A) og total ATP
- Startkoncentration
  - *E. coli* og *K. pneumoniae*: 10<sup>2</sup> celler/ml
  - *C. jejuni*: 10<sup>3</sup> celler/ml
- Temperatur: 10°C og 15°C
- Testvand: frisk produceret drikkevand



## Effekt af rørmateriale – nye rør



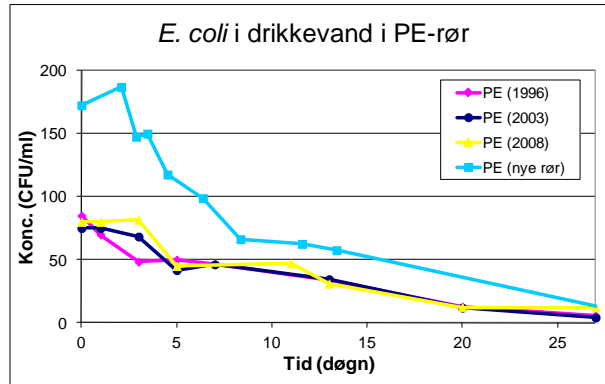
## Effekt af rørmateriale – nye rør



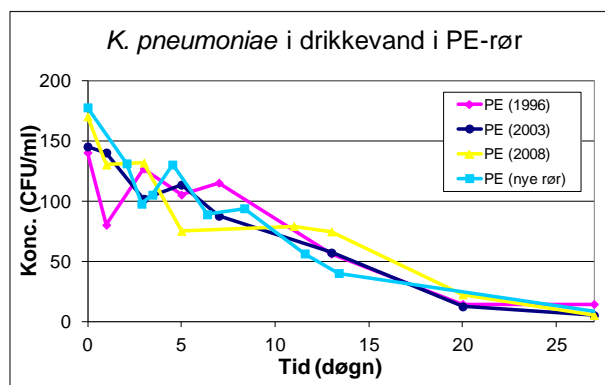
## Rør fra ledningsnettet



## Nye rør (flaskeforsøg) vs. rør fra ledningsnettet

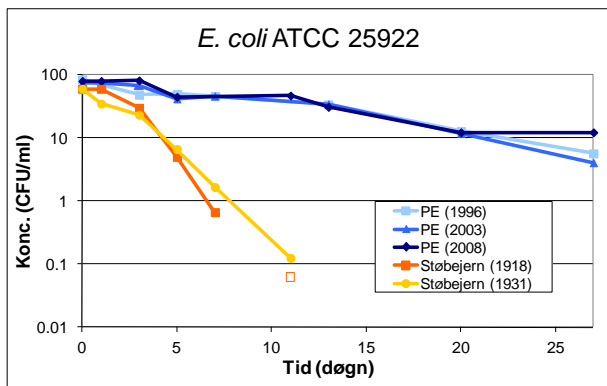


## Nye rør (flaskeforsøg) vs. rør fra ledningsnettet



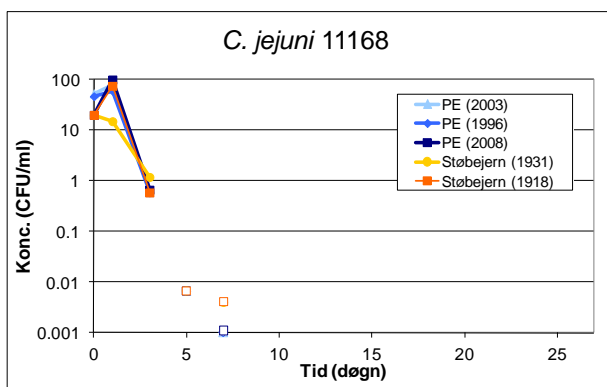
■ Ingen forskel i konc. af *E. coli* og *K. pneumoniae*

## Rør fra ledningsnettet



■ *E. coli* blev 'kun' påvist i 2 uger i støbejernsrør

## Rør fra ledningsnettet



■ *C. jejuni* blev påvist i op til 3-5 døgn i drikkevand

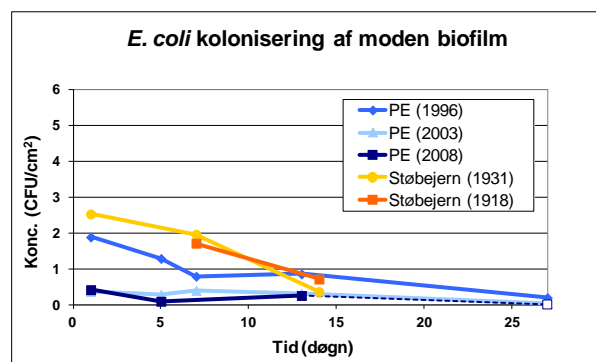
## Biofilm

- PE og støbejernsrør fra ledningsnettet: Kolonisering af *E. coli* og *K. pneumoniae* i biofilm



DTU Miljø  
Instituttet for Væske og Stoftransport

## Biofilm



- Højere kolonisering i ældre PE rør
- Højere kolonisering af biofilm i støbejernsrør
- *C. jejuni* blev ikke påvist i biofilmen



DTU Miljø  
Instituttet for Væske og Stoftransport

## Nordvand A/S 2006-2007

- Procedureændringer:
  - Ny prop ved styret underboring (aug. 2006)
  - Revideret skylningsprocedure (jan./feb. 2007)
  - Gennemgang af procedurer for ledningsrenovering



DTU Miljø  
Instituttet for Værdier og Miljøhåndtering

TABEL 1: FLOWRATER VED SKYLNING AF 100 M NYLAGT LEDNING.

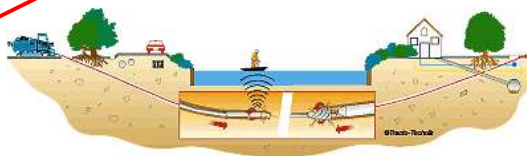
Rørdiameter [mm]	1. skyl	2. skyl [m <sup>3</sup> /døgn]
63	Kraftig skylning med	2,0
90	frit afløb	3,9
110	~10 m <sup>3</sup> /t	5,9
125		7,6
160	Skylles igennem med	12,5
180	4" brandslange	15,8
200	for enden	19,5
225		24,7



## Renoveringsetaper 2006-2008

	Renoveringer	Høje kimtal
■ 2006 (juni-dec):	7	5
■ 2007 (jan-dec):	17	5
■ 2008 (jan-dec):	25	2

**Forbedret statistik!**

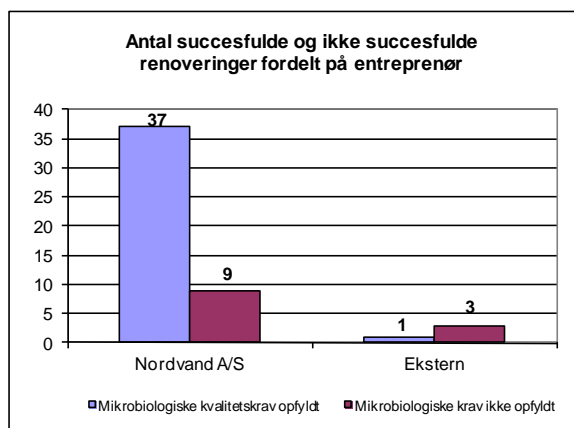


DTU Miljø  
Instituttet for Værdier og Miljøhåndtering



## Renoveringsetaper 2006-2008

- Nordvand A/S vs. ekstern entreprenør
  - NB lille datagrundlag



## Konklusioner

- Vand, som har været i kontakt med miljøet (udgravede huller), må ikke komme i kontakt med rørenes inderside
- Indikatororganismer kunne påvises i lang tid (>4 uger) i både vandfase og biofilm
- Patogen bakterie kunne påvises i vandfasen i 3-5 døgn → risiko!!!
- Procedureændringer har øget sikkerhed ved renovering af vandledninger i Nordvand A/S

## Anbefalinger til vandforsyninger - ledningsrenovering



- Rør må ikke forurennes under opbevaring
- Ledningsrenoveringen så kontrolleret som muligt
- Faste og klare procedurer for renovering af vandledninger
- Procedurer for aktion
  - hvis mikrobiologiske krav ikke opfyldes
  - hvis proceduren for ledningsrenovering ikke går som planlagt
- Mikrobiologiske drikkevandskvalitet i ny ledning analyseres og godkendes inden kobling til ledningsnettet
- Personalet trænes i hygiejne:
  - procedurer gennemgås jævnligt
  - nyansat personale
- Bevidsthed hos personale om mikrobiologiske forureninger
  - følgerne for borgere
  - økonomiske konsekvenser for vandforsyningen

DTU Miljø  
Instituttet for Værd og Miljøteknologi

## Overlevelse af indikatororganismer og patogener i ledningsnet



- Tak til Nordvand A/S:
  - Bo Lindhardt
  - Mads Broe Pedersen... m.fl.



DTU Miljø  
Instituttet for Værd og Miljøteknologi

## Temadag

### **'Sensorer for drikkevandskvalitet – hvor langt er vi?'**

Afslutningskonference for SENSOWAQ

25 januar 2012  
DTU